

#4
59
8/14/01
Docket No. 1466.1030/HJS

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Yasunobu HASHIMOTO

Group Art Unit:

Serial No.:

Examiner:

Filed: March 13, 2001

For: DATA CONVERSION METHOD FOR DISPLAYING AN IMAGE



**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR
FOREIGN APPLICATION IN ACCORDANCE WITH
THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application(s):

Japanese Patent Application No. 2000-317321
Filed: October 18, 2000

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date, as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements
of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,
STAAS & HALSEY LLP

Date: March 13, 2001

By: 

H. J. Staas
Registration No. 22,010

700 Eleventh Street, N.W.
Suite 500
Washington, D.C. 20001
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1046 U.S. PTO
09/804033
03/13/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2000年10月18日

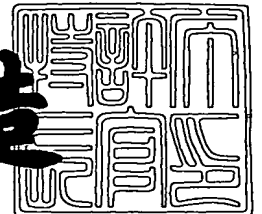
出 願 番 号
Application Number: 特願2000-317321

出 願 人
Applicant(s): 富士通株式会社

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3001994

【書類名】 特許願

【整理番号】 0095169

【提出日】 平成12年10月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G09G 3/28

【発明の名称】 画像表示のためのデータ変換方法

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 橋本 康宣

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086933

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 久保 幸雄

 【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010995

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9704487

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示のためのデータ変換方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画素の階調を示す原フレームデータを、表示フレーム期間における表示素子の発光時期を規定する表示フレームデータに変換する、画像表示のためのデータ変換方法であって、

現フレームと前フレームとを合わせた複数フレーム分の表示フレームデータで定まる発光波形と、それに対応した原フレームデータが示す目標発光波形との誤差をフーリエ展開しかつフーリエ成分毎に重みを設定することで得られる、重みつき誤差成分の総和が最も小さくなるように、現フレームについて表示フレームデータを設定する

ことを特徴とする画像表示のためのデータ変換方法。

【請求項 2】

画素の階調を示す原フレームデータを、表示フレーム期間における表示素子の発光時期を規定する表示フレームデータに変換する、画像表示のためのデータ変換方法であって、

表示される階調の推移を表す階調波形と目標とする階調波形との誤差をフーリエ展開し、フーリエ成分毎に重みを設定した重みつき誤差が小さくなるように、

現フレームと前フレームとを合わせた複数フレーム分の表示フレームデータで定まる階調の推移を表す階調波形と、それに対応した原フレームデータが示す目標階調波形との誤差をフーリエ展開しかつフーリエ成分毎に重みを設定することで得られる、重みつき誤差成分の総和が最も小さくなるように、現フレームについて表示フレームデータを設定する

ことを特徴とする画像表示のためのデータ変換方法。

【請求項 3】

フリッカ周波数を越える周波数のフーリエ成分に対する重みを 0 とする

請求項 1 又は請求項 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

【請求項 4】

目標発光波形が、原フレーム毎の離散的な目標発光値の推移を線形近似した補間波形である

請求項 1 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

【請求項 5】

目標階調波形が、原フレーム毎の離散的な目標階調値の推移を線形近似した補間波形である

請求項 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

【請求項 6】

表示フレームデータに従って表示フレーム期間における表示素子の発光時期を制御することによって、原フレームデータが示す階調を表現する表示装置であって、

少なくとも 1 フレーム分の原フレームデータを記憶する原フレームメモリと、
少なくとも 1 フレーム分の表示フレームデータを記憶する表示フレームメモリと、

n (n は 1 以上の整数) 番目のフレームの原フレームデータ、前記原フレームメモリからの少なくとも ($n - 1$) 番目のフレームの原フレームデータ、および前記表示フレームメモリからの少なくとも ($n - 1$) 番目のフレームの表示フレームデータの入力に呼応して、入力データ値に対応づけられているデータを n 番目のフレームの表示フレームデータとして出力するデータ変換回路とを備え、

前記データ変換回路が出力する表示フレームデータは、あらかじめ請求項 1 又は請求項 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法によって設定されている

ことを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、1 フレーム当たりの発光時間を制御することによって階調再現を行う画像表示のためのデータ変換方法およびそれを用いた表示装置に関し、PDP (Plasma Display Panel: プラズマディスプレイパネル) による表示に好適である。

【 0 0 0 2 】

PDPは、テレビジョン及びコンピュータのモニターのどちらにも利用可能な高速性と解像度とを兼ね備えており、大画面表示デバイスとして利用されている。このようなPDPの課題の1つに動画表示における偽輪郭の低減がある。

【 0 0 0 3 】

【従来の技術】

PDPにおける中間調の再現は、セル（表示素子）毎に1フレームの放電回数を階調レベルに応じて設定することにより行われる。カラー表示は階調表示の一種であって、表示色は3原色の輝度の組合せによって決まる。

【 0 0 0 4 】

PDPの階調表示方法として、1フレームを輝度の重み付けをした複数のサブフレームで構成し、サブフレーム単位の点灯の有無の組合せ（これをサブフレーム表現と呼称する）によって1フレームの総放電回数を設定する方法が広く知られている。一般にフレームからサブフレームへの変換は、あらかじめ作成された変換テーブルによって行われる。なお、インタレース表示の場合には、フレームを構成する複数のフィールドのそれぞれが複数のサブフィールドで構成され、サブフィールド単位の点灯制御が行われる。ただし、点灯制御の内容はプログレッシブ表示の場合と同様である。

【 0 0 0 5 】

サブフレーム単位の点灯制御による表示では、点灯するサブフレームと点灯しないサブフレームとが混在してフレーム期間内で発光時期が離散的となることに起因して、偽輪郭が生じるという問題がある。偽輪郭は、観察者が表示内容と異なる明暗を知覚する現象であって、特に階調レベルの似通った画素からなる濃度変化の緩やかな画像部分が画面内で移動する場合に生じ易い。例えば人が歩くシーンにおいて顔の部分で偽輪郭が生じる。

【 0 0 0 6 】

従来において、偽輪郭を低減するための手法として、中間調に対して複数通りのサブフレーム表現が可能なように重み付けを工夫し、個々のフレームに注目して階調レベル毎に最適のサブフレーム表現を選択する方法が知られている。サブ

フレーム表現の最適化の基本は、特開平 1 0 - 3 0 7 5 6 1 号公報に記載されているように、フレーム期間における発光重心が階調レベルによって大きく変わらないようにすることである。例えば、常に発光重心をフレーム期間の中央付近に設定する。発光重心が一定であれば、フレーム間の発光重心間隔も一定となり、低輝度の時間が長く続くという発光時期の偏りがなくなる。

【0 0 0 7】

また、特開平 1 1 - 2 2 4 0 7 4 号公報において、サブフレームに変換しようとするフレーム（これを現フレームという）に対してサブフレーム表現を決める際に、以前のフレーム（これを前フレームという）のサブフレーム表現を参照し、前フレームと現フレームとの関係を加味して最適のサブフレーム表現を選択する方法が提案されている。これによれば、現フレームのみに注目してサブフレーム表現を決める方法と比べて、より確実に偽輪郭を低減することができる。

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

従来では、十分に偽輪郭を低減するには、フレームとサブフレームとを対応づける変換テーブルの作成にあたって、各階調レベルに対してどのサブフレーム表現を選択するかを、熟練者が経験則に基づいて階調レベル毎に判断する必要があった。特に上述のように前フレームと現フレームとの関係を加味する場合には、階調数 N を 2 5 6 とすると、 $2 5 6^2$ 通りの階調の組み合わせに対して 1 つずつ最適のサブフレーム表現を決めなければならず、その労力は甚大であった。さらに、2 つ以上の前フレームを参照するとなると、階調の組み合わせは N^3 通りにもなる。階調数 N を増やしたり、重み付けを変更したりすることで仕様が変わると、その都度に面倒な作業を行わなければならない。

【0 0 0 9】

本発明は、偽輪郭を低減するためのサブフレーム表現の選択を体系化し、自動処理によるサブフレーム表現の最適化を実現することを目的としている。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

本発明においては、サブフレーム表現で決まる発光波形と理想的な発光波形と

の誤差のフーリエ成分を評価し、サブフレーム表現の選択肢の中から誤差が最も小さくなるサブフレーム表現を選択する。その際、フーリエ成分が高次であるほど人間の視覚における時間分解能では弁別しにくくなるので、フーリエ成分の次数毎に重みをつけて誤差を評価する。

【0011】

フーリエ展開による誤差の評価では、展開の時間範囲を任意に設定することができる。したがって、原フレームの周期と表示フレームの周期とが異なってもよい。また、目標とする理想の波形を任意に設定することができるので、離散的な目標値の推移をそのまま表す階段波形に限らず、目標値を直線で結ぶ折れ線波形や目標値を滑らかにつなぐ包絡線波形を目標することができる。すなわち、目標値は原フレーム期間内で一定である必要はなく、原フレーム期間内で変化してもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は本発明に係る表示装置の構成図である。

表示装置100は、 $m \times n$ 個のセルからなる表示面を有した面放電型のPDP1と、縦横に並ぶセルを選択的に発光させるためのドライブユニット70とから構成されており、壁掛け式テレビジョン受像機、コンピュータシステムのモニターなどとして利用される。

【0013】

PDP1では、表示放電を生じさせるための電極対を構成する表示電極が平行配置され、これら表示電極と交差するようにアドレス電極が配列されている。表示電極は画面の行方向（水平方向）に延び、アドレス電極は列方向（垂直方向）に延びている。

【0014】

ドライブユニット70は、コントローラ71、電源回路73、データ変換回路75、Xドライバ81、Yドライバ85、およびAドライバ87を有している。ドライブユニット70にはTVチューナ、コンピュータなどの外部装置からR、G、Bの3色の輝度レベルを示す多値画像データであるフレームデータDfが、

各種の同期信号とともに入力される。

【0015】

PDP1による表示では、2値の点灯制御によって階調再現を行うために、入力画像である時系列の原フレームを所定数Mのサブフレームに分割する。データ変換回路75は、フレームデータDfを階調表示のためのサブフレームデータDs fに変換してAドライバ87へ送る。サブフレームデータDs fは1セル当たり1ビットの表示データのM画面分の集合であって、その各ビットの値は該当する1つのサブフレームにおけるセルの発光の要否、厳密にはアドレス放電の要否を示す。データ変換回路75は、少なくとも1フレーム分のフレームデータDfを記憶するフレームメモリ76、少なくとも1フレーム分のサブフレームデータDs fを記憶するサブフレームメモリ77、およびルックアップ形式でサブフレームデータDs fを出力するためのテーブルメモリ78を有する。テーブルメモリ78には、最新のフレームデータDf、フレームメモリ76で遅延されたフレームデータDf、およびサブフレームメモリ77で遅延されたサブフレームデータDs fが入力される。表示しようとするk番目のフレームについてのフレームデータDfからサブフレームデータDs fへの変換に際しては、少なくとも(k-1)番目を含む前フレームのフレームデータDfおよびサブフレームデータDs fを参照して最適のサブフレーム表現が選択される。テーブルメモリ78のデータ内容は、本発明に則して目標との誤差のフーリエ成分が最小となるように設定されている。なお、テーブルメモリ78に代えて演算プロセッサを設け、入力に呼応してフーリエ演算を行って最適のサブフレーム表現を求める構成を採用することもできる。

【0016】

図2はPDPのセル構造の一例を示す図である。

図2において、PDP1は一对の基板構体（基板上にセル構成要素を設けた構造物）10、20からなる。前面側の基板構体10の基材であるガラス基板11の内面に、n行m列の表示面ESの各行に一对ずつ表示電極X、Yが配置されている。表示電極X、Yは、面放電ギャップを形成する透明導電膜41とその端縁部に重ねられた金属膜42とからなる。表示電極X、Yを被覆するように誘電体

層 1 7 が設けられ、誘電体層 1 7 の表面には保護膜 1 8 が被着されている。

【 0 0 1 7 】

背面側のガラス基板 2 1 の内面に 1 列に 1 本ずつアドレス電極 A が配列されており、これらアドレス電極 A は誘電体層 2 4 で被覆されている。誘電体層 2 4 の上に高さ $150\mu\text{m}$ 程度の隔壁 2 9 が設けられている。隔壁パターンは放電空間を列毎に区画するストライプパターンである。誘電体層 2 4 の表面および隔壁 2 9 の側面を被覆するように、カラー表示のための蛍光体層 2 8 R, 2 8 G, 2 8 B が設けられている。図中の斜体文字 (R, G, B) は蛍光体の発光色を示す。色配列は各列のセルを同色とする R, G, B の繰り返しパターンである。蛍光体層 2 8 R, 2 8 G, 2 8 B は放電ガスが放つ紫外線によって局部的に励起されて発光する。

【 0 0 1 8 】

図 3 はフレーム分割の概要を示す図、図 4 は発光パターンの一例を示す図である。

色別の階調表示によるカラー再現を行うために、フレームを例えば 1 2 個のサブフレームに分割する。つまり、フレームを 1 2 個のサブフレーム $s f 1 \sim s f 12$ の集合に置き換える。これらサブフレームにおける輝度の相対比率がおおよそ $5 : 16 : 59 : 32 : 3 : 7 : 2 : 1 : 22 : 9 : 43 : 56$ となるように重み付けをして各サブフレームの表示放電の回数を設定する。サブフレーム単位の点灯／非点灯の組合せで RGB の各色毎に 2 5 6 段階の輝度設定を行うことができる。

【 0 0 1 9 】

表示フレーム期間 $T f$ を分割して各サブフレームにサブフレーム期間 $T s f 1 \sim T s f 12$ を割り当てる。サブフレーム期間 $T s f 1 \sim T s f 12$ のそれぞれを、画面全体の電荷分布を均一化する準備期間 $T R$ 、表示内容に応じた帯電分布を形成するアドレス期間 $T A$ 、および階調レベルに応じた輝度を確保するために点灯状態を維持する表示期間 $T S$ に分ける。準備期間 $T R$ およびアドレス期間 $T A$ の長さは輝度の重みに係わらず一定であり、表示期間 $T S$ の長さは輝度の重みが大きいほど長い。

【 0 0 2 0 】

図 4 では、階調レベル 1 2 6 (= 5 9 + 2 + 2 2 + 4 3) の表示において、4 個のサブフレーム s f 3, s f 7, s f 9, s f 1 1 を点灯させるサブフレーム表現が選択されている。

【 0 0 2 1 】

以下、サブフレーム表現の最適化に係わるデータ変換方法を説明する。

〔実施例 1〕

ここでは、一つのセルに注目し、周囲のセルとの関係を考慮しない。

【 0 0 2 2 】

表示すべき輝度レベルを f_k とする。 k はフレームの番号である。ここでの目標波形は、図 5 に示す階段波形である。1 フレーム内で目標値が変化しない形態をタイプ A と呼称する。

【 0 0 2 3 】

k 番目のフレーム（以下、第 k フレームという）における i 番目のサブフレームの発光強度を η^k_i とし、表示期間の始点を α^k_i 、終点を β^k_i とする。時間軸の単位をフレーム周期にとり、 α^k_i 、 β^k_i の原点を第 k フレームの先頭にとる。また、 η^k_i については、全てのフレームを同一のサブフレーム構成として、 i 番目のサブフレーム単独で点灯させた場合の輝度レベルを $f_{SF}^k_i$ とした場合に、

【 0 0 2 4 】

【数 1】

$$f_{SF}^k_i = \eta^k_i(\beta^k_i - \alpha^k_i) \quad (1)$$

【 0 0 2 5 】

と規格化されているものとする。表示放電の周期がサブフレームにより変わらない場合は、 η^k_i もサブフレームによらず略一定の値になる。また、サブフレーム構成はフレーム毎に異なってもよい。フーリエ級数への展開は連続する L 個のフレームの区間において行う。 t をフレーム周期を単位とした時間軸の座標として原点を第 0 フレームの先頭にとり、基底関数系を、

【 0 0 2 6 】

【数 2】

$$\left\{ \frac{1}{2}, \cos \frac{2n\pi t}{L}, \sin \frac{2n\pi t}{L} \right\} \quad (2)$$

【 0 0 2 7 】

にとる。展開する区間によらず、同一の基底関数系を使用する。ここで n は自然数である。第 k フレームのサブフレームの発光パターンは、発光波形と目標発光波形の誤差が最小になるように決定される。そして、その誤差は、第 k フレームより過去に L フレーム逆上った区間における、発光波形と目標発光波形の差の、フーリエ展開の成分に重み付けをして評価する。

【 0 0 2 8 】

発光波形を $\phi(t)$ 、目標発光波形を $f(t)$ とすると、 L フレーム区間での誤差のフーリエ展開は以下で与えられる。

【 0 0 2 9 】

【数 3】

$$\phi(t) - f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{2n\pi t}{L} + b_n \sin \frac{2n\pi t}{L} \right) \quad (3)$$

【 0 0 3 0 】

ここで、係数は以下で与えられる。

【 0 0 3 1 】

【数 4】

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{2}{L} \int_{k-L+1}^{k+1} (\phi(t) - f(t)) \cos \frac{2n\pi t}{L} dt & (n=0,1,2,\dots) \\ b_n &= \frac{2}{L} \int_{k-L+1}^{k+1} (\phi(t) - f(t)) \sin \frac{2n\pi t}{L} dt & (n=1,2,\dots) \end{aligned} \quad (4)$$

【 0 0 3 2 】

基底関数系を固定しているので、各フレーム区間毎に（４）式の積分区間を分けて、後で和をとればよい。各フレーム毎の積分を以下で定義する。

【0033】

【数5】

$$\begin{aligned} a_n^k &= \frac{2}{L} \int_k^{k+1} (\phi(t) - f(t)) \cos \frac{2n\pi t}{L} dt & (n=0,1,2,\dots) \\ b_n^k &= \frac{2}{L} \int_k^{k+1} (\phi(t) - f(t)) \sin \frac{2n\pi t}{L} dt & (n=1,2,\dots) \end{aligned} \quad (5)$$

【0034】

（５）式の表式を使えば（４）式の係数は、

【0035】

【数6】

$$\begin{aligned} a_n &= \sum_{j=k-L+1}^k a_n^j \\ b_n &= \sum_{j=k-L+1}^k b_n^j \end{aligned} \quad (6)$$

【0036】

と書ける。

次に（５）式の積分を求める。

まず、第 k フレームにおけるサブフレームの点灯パターンを $\delta^k(i)$ とする。第 i サブフレームが点灯のとき、 $\delta^k(i) = 1$ とし、非点灯の時 $\delta^k(i) = 0$ とする。さらに、 α から β までの区間だけ値1を取り、その他の区間は0である関数を用いると、第 k フレームの区間において $\phi(t)$ は以下のように書ける。

【0037】

【数 7】

関数： $S_{\alpha,\beta}(t)$

$$\phi(t) = \sum_{i=1}^{M_k} \delta^k(i) \eta^k_i S_{k+\alpha^k_i, k+\beta^k_i}(t) \quad (7)$$

【0 0 3 8】

ここで M_k は第 k フレームのサブフレームの総数である。

一方、 $f(t)$ は第 k フレーム期間において

【0 0 3 9】

【数 8】

$$f(t) = f_k \quad (8)$$

【0 0 4 0】

である。これらより、

【0 0 4 1】

【数 9】

$$\begin{aligned} a^k_0 &= \frac{2}{L} \sum_{i=1}^{M_k} \delta^k(i) \eta^k_i (\beta^k_i - \alpha^k_i) - \frac{2}{L} f_k \\ a^k_n &= \left(\frac{1}{n\pi} \right) \sum_{i=1}^{M_k} \delta^k(i) \eta^k_i \left(\sin \frac{2n\pi}{L} (k + \beta^k_i) - \sin \frac{2n\pi}{L} (k + \alpha^k_i) \right) \\ &\quad - \left(\frac{1}{n\pi} \right) f_k \left(\sin \frac{2n\pi}{L} (k+1) - \sin \frac{2n\pi}{L} k \right) \quad (n=1,2,\dots) \quad (9) \\ b^k_n &= - \left(\frac{1}{n\pi} \right) \sum_{i=1}^{M_k} \delta^k(i) \eta^k_i \left(\cos \frac{2n\pi}{L} (k + \beta^k_i) - \cos \frac{2n\pi}{L} (k + \alpha^k_i) \right) \\ &\quad + \left(\frac{1}{n\pi} \right) f_k \left(\cos \frac{2n\pi}{L} (k+1) - \cos \frac{2n\pi}{L} k \right) \quad (n=1,2,\dots) \end{aligned}$$

【0 0 4 2】

となる。この表式と(6)式により、フーリエ係数が得られる。

次に人間の目に感じる発光分布の誤差を考える。フーリエ成分のそれぞれの周波

数に対する人間の目の感度（またはそれに比例した量）を ξ_n とすると、この ξ_n を重みとして人間の目に感じるLフレーム内の発光波形の重みつき誤差は、以下ようになる。

【0 0 4 3】

【数 1 0】

$$E_n(t) = \xi_0 \left(\frac{a_0}{2} \right) + \sum_{n=1}^{\infty} \xi_n \left(a_n \cos \frac{2n\pi t}{L} + b_n \sin \frac{2n\pi t}{L} \right) \quad (10)$$

【0 0 4 4】

この誤差のLフレーム内の2乗平均を取る。

【0 0 4 5】

【数 1 1】

$$E_L = (\xi_0)^2 \left(\frac{a_0}{2} \right)^2 + \sum_{n=1}^{\infty} (\xi_n)^2 ((a_n)^2 + (b_n)^2) \quad (11)$$

【0 0 4 6】

第kフレームの点灯パターン $\delta^k(i)$ を決定する際、(11)式においては、第kフレームの点灯パターン以外は既知の量である。この重みつき誤差 E_L が最小となるように、第kフレームの点灯パターンを決定する。 E_L の表式を未知変数 $\delta^k(i)$ で整理すると、

【0 0 4 7】

【数 1 2】

$$E_L = \sum_{i=1}^{M_k} G^k_i \delta^k(i) + \sum_{i < j} H^k_{i,j} \delta^k(i) \delta^k(j) + Q^k \quad (12)$$

【0 0 4 8】

という形に書ける。ここで、 G^k_i 、 $H^k_{i,j}$ 、 Q^k が既知の量であり、

【0 0 4 9】

【数 1 3】

$$\begin{aligned}
 G^k_i &= (\xi_0)^2 \left(\frac{1}{L^2} (\eta^k_i)^2 (S^k_i)^2 + \frac{a'_0}{L} \eta^k_i S^k_i \right) \\
 &+ \sum_{n=1}^{\infty} (\xi_n)^2 \left[2 \left(\frac{1}{n\pi} \right)^2 (\eta^k_i)^2 \left(1 - \cos \frac{2n\pi}{L} S^k_i \right) \right. \\
 &\quad \left. + 4 \left(\frac{1}{n\pi} \right) \eta^k_i \left(a'_n \cos \frac{2n\pi}{L} (k + P^k_i) \sin \frac{2n\pi}{L} S^k_i \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + b'_n \sin \frac{2n\pi}{L} (k + P^k_i) \cos \frac{2n\pi}{L} S^k_i \right) \right] \\
 H^k_{i,j} &= 2(\xi_0)^2 \frac{1}{L^2} \eta^k_i \eta^k_j S^k_i S^k_j \\
 &+ \sum_{n=1}^{\infty} 8(\xi_n)^2 \left(\frac{1}{n\pi} \right)^2 \eta^k_i \eta^k_j \\
 &\quad \times \left[\cos \frac{2n\pi}{L} (k + P^k_i) \cos \frac{2n\pi}{L} (k + P^k_j) \sin \frac{2n\pi}{L} S^k_i \sin \frac{2n\pi}{L} S^k_j \right. \\
 &\quad \left. + \sin \frac{2n\pi}{L} (k + P^k_i) \sin \frac{2n\pi}{L} (k + P^k_j) \cos \frac{2n\pi}{L} S^k_i \cos \frac{2n\pi}{L} S^k_j \right] \\
 Q^k &= (\xi_0)^2 \left(\frac{a'_0}{2} \right)^2 + \sum_{n=1}^{\infty} (\xi_n)^2 \left((a'_n)^2 + (b'_n)^2 \right)
 \end{aligned}$$

... (13)

【0 0 5 0】

となる。また、

【0 0 5 1】

【数 1 4】

$$\begin{aligned}
 S^k_i &= \beta^k_i - \alpha^k_i \\
 P^k_i &= \frac{1}{2}(\alpha^k_i + \beta^k_i) \\
 a'_0 &= \sum_{j=k-L+1}^{k-1} a^j_0 - \frac{2}{L} f_k \\
 a'_n &= \sum_{j=k-L+1}^{k-1} a^j_n - \left(\frac{1}{n\pi}\right) f_k \left(\sin \frac{2n\pi}{L}(k+1) - \sin \frac{2n\pi}{L}k \right) \quad (n=1,2,\dots) \\
 b'_n &= \sum_{j=k-L+1}^{k-1} b^j_n - \left(\frac{1}{n\pi}\right) f_k \left(\cos \frac{2n\pi}{L}(k+1) - \cos \frac{2n\pi}{L}k \right) \quad (n=1,2,\dots)
 \end{aligned} \tag{14}$$

【0 0 5 2】

と定義した。

結局、新しいフレームの発光パターンは、過去のフレームの発光パターンと表示輝度で決まるので、その対応関係をあらかじめ計算し、表にしておけばよい。

ところで、以上では表示階調レベルではなく、表示輝度で誤差を評価した。それは、同じ表示階調レベルでも、表示負荷により輝度レベルが異なるためである。

もし、表示負荷の変化があまり大きくなければ、発光強度の波形ではなく、階調レベルの波形（階調波形）で誤差を考えてもよいことになる。その場合、今まで議論してきた式において $\phi(t)$ 、 $f(t)$ 、 f_k 、 f_{SF}^k 、 η^k_i を階調レベルの量として読み替えればよい。新しい発光パターンを決めるための対応関係の表は、過去のフレームの発光パターンと、表示階調レベルとの対応関係の表となる。通常の映像では表示負荷が急激に変化することはあまり多くないと期待できるので、このような構成でもよい。この構成の場合、対応関係の表が小さくできるという利点がある。 ξ_n の設定も近似的に行うこともできる。例えば、人間が強度変化を弁別することができる周波数（フリッカ周波数）を越える周波数に対応するフーリエ成分に対しては $\xi_n = 0$ として、それ以下の成分に対しては $\xi_n = 1$ とする。輝度レベルが低いほどフリッカ周波数は低下するので、 ξ_n は表示輝度の関数であってもよい。

また、通常、フレーム周波数はフリッカ周波数以上に選ばれているので、フレーム周波数を越える周波数に対応するフーリエ成分に対して $\xi_n = 0$ として、それ

以下の成分に対して $\xi_n = 1$ としてもよい。具体的には

【 0 0 5 3 】

【 数 1 5 】

$$\begin{aligned} \xi_n &= 1 \quad (n \leq L-1) \\ \xi_n &= 0 \quad (n \geq L) \end{aligned} \quad (15)$$

【 0 0 5 4 】

となる。もちろん重み ξ_n の設定値は以上の例に限らず、他の設定でもよい。例えば、誤差の成分のうち $a_0 / 2$ は階調レベルの誤差に他ならない。階調レベルの忠実な再現が要求される場合は ξ_0 の値を大きく設定すればよい。

さらに、階調レベルの忠実な再現が特に厳しく要求される場合は、

【 0 0 5 5 】

【 数 1 6 】

$$a_0 = 0 \quad (16)$$

【 0 0 5 6 】

となるように発光パターンを選ぶ。この場合、サブフレームの構成は任意の階調レベルが表現できなければならない。同一の階調レベルを表現する発光パターンが複数ある場合に、その中で誤差 E_L を最小にする発光パターンを選択する。

一方で、擬輪郭やフリッカを低減するためには 1 以上のフーリエ成分の強度が低い方がよい。ある程度階調レベルの誤差が許容できる場合には

【 0 0 5 7 】

【 数 1 7 】

$$a_0 \leq D \quad (17)$$

【 0 0 5 8 】

という条件の下で、

【 0 0 5 9 】

【数 1 8】

$$E_L' = \sum_{n=1}^{\infty} (\xi_n)^2 ((a_n)^2 + (b_n)^2) \quad (18)$$

【0 0 6 0】

にて定義される誤差 E_L' が最小になるように発光パターンを決定する方法も考えられる。この場合も、近似的にはフリッカ周波数を越えるフーリエ成分に対して $\xi_n = 0$ として、それ以下の成分に対しては $\xi_n = 1$ として設定すればよい。また、階調許容誤差 D も表示輝度の関数になっていてもよい。階調の誤差を許容すれば、発光パターンの選択の余地が広がるので、擬輪郭およびフリッカの低減が容易になる。さらに、(16) 式、(17) 式の条件を課すかどうかは利用者が選択できるようになっているとともに、重みも利用者が自分の好みに合わせて調整できるようになっていることが望ましい。

【0 0 6 1】

ところで、(16) 式の条件を課す場合には表示データの階調レベルを全て表示できるようになっている必要があった。しかし、その他の場合は階調レベルの誤差が許容されるので、必ずしも全ての階調レベルを表現できるサブフレーム構成でなくてもよい。加えて、通常はサブフレームの発光パターンの組み合わせで表現できる階調レベルは、最低階調レベルの整数倍に選ばれるが、本発明の階調レベルの誤差が許容される発光パターンの選択方式では、その必要性はない。従来は、サブフレームの点灯パターンで表現できない階調レベルを表現する場合は、面積階調法やフレーム間変調法などを使用していたが、本発明によれば誤差 E_L の評価によって発光パターンを決定することにより、目標とする階調レベルを、他の方式を併用することなく自動的に表示することができる。

【0 0 6 2】

なお、現フレームのサブフレーム表現を決定するために、過去のフレームの発光パターンと、表示輝度レベル（または表示階調レベル）を使用するので、少なくとも過去の $(L-1)$ フレーム分のフレーム毎の発光パターンと表示輝度レベル（または表示階調レベル）を記憶しておく必要がある。現フレームのサブフレーム表現が決定された後は、その発光パターンとそのフレームの表示輝度レベル

を記憶し、以後の計算に使用しない古いデータを消去する。

〔実施例 2〕

実施例 1 では図 6 の発光強度分布を目標としたが、図 7 のような折れ線波形を目標発光波形とすることもできる。1 フレーム内で目標値が変化する形態をタイプ B と呼称する。図 7 の波形は、フレーム内での目標値の推移を各フレームの輝度レベルに基づいて線形近似した 1 次補間波形である。フーリエ係数の表式が変わる他は、実施例 1 と同様である。

【0 0 6 3】

【数 1 9】

$$f(t) = (f_{k+1} - f_k)(t - k) + f_k \quad (19)$$

【0 0 6 4】

フーリエ成分の表式を以下に示す。

【0 0 6 5】

【数 2 0】

$$a^k_0 = \frac{2}{L} \sum_{i=1}^M \delta^k(i) \eta^{k_i} (\beta^{k_i} - \alpha^{k_i}) - \frac{1}{L} (f_k + f_{k+1})$$

$$a^k_n = \left(\frac{1}{n\pi} \right) \sum_{i=1}^M \delta^k(i) \eta^{k_i} \left(\sin \frac{2n\pi}{L} (k + \beta^{k_i}) - \sin \frac{2n\pi}{L} (k + \alpha^{k_i}) \right) \\ - \left(\frac{1}{n\pi} \right) \left(f_{k+1} \sin \frac{2n\pi}{L} (k+1) - f_k \sin \frac{2n\pi}{L} k \right) \\ - \left(\frac{L}{2n^2\pi^2} \right) (f_{k+1} - f_k) \left(\cos \frac{2n\pi}{L} (k+1) - \cos \frac{2n\pi}{L} k \right) \quad (n = 1, 2, \dots)$$

$$b^k_n = - \left(\frac{1}{n\pi} \right) \sum_{i=1}^M \delta^k(i) \eta^{k_i} \left(\cos \frac{2n\pi}{L} (k + \beta^{k_i}) - \cos \frac{2n\pi}{L} (k + \alpha^{k_i}) \right) \\ + \left(\frac{1}{n\pi} \right) \left(f_{k+1} \cos \frac{2n\pi}{L} (k+1) - f_k \cos \frac{2n\pi}{L} k \right) \\ - \left(\frac{L}{2n^2\pi^2} \right) (f_{k+1} - f_k) \left(\sin \frac{2n\pi}{L} (k+1) - \sin \frac{2n\pi}{L} k \right) \quad (n = 1, 2, \dots) \quad (20)$$

【0 0 6 6】

(13) 式の表式は変わらないが、フーリエ係数の表式が変わったことに伴って
(14) 式の一部の表式が変わる。

【0067】

【数 2 1】

$$\begin{aligned}
 a'_0 &= \sum_{j=k-L+1}^{k-1} a^j_0 - \frac{1}{L}(f_k + f_{k+1}) \\
 a'_n &= \sum_{j=k-L+1}^{k-1} a^j_n - \left(\frac{1}{n\pi}\right) \left(f_{k+1} \sin \frac{2n\pi}{L}(k+1) - f_k \sin \frac{2n\pi}{L}k \right) \\
 &\quad - \left(\frac{L}{2n^2\pi^2}\right) (f_{k+1} - f_k) \left(\cos \frac{2n\pi}{L}(k+1) - \cos \frac{2n\pi}{L}k \right) \quad (n=1,2,\dots) \quad (21) \\
 b'_n &= \sum_{j=k-L+1}^{k-1} b^j_n - \left(\frac{1}{n\pi}\right) \left(f_{k+1} \cos \frac{2n\pi}{L}(k+1) - f_k \cos \frac{2n\pi}{L}k \right) \\
 &\quad - \left(\frac{L}{2n^2\pi^2}\right) (f_{k+1} - f_k) \left(\sin \frac{2n\pi}{L}(k+1) - \sin \frac{2n\pi}{L}k \right) \quad (n=1,2,\dots)
 \end{aligned}$$

【0068】

なお、もっと多くのフレームのデータを用いて高次の補間を行ってもよい。

〔実施例 3〕

実施例 1、2 では蛍光体の応答時間については考えなかったが、蛍光体の応答時間が長い場合には、実質的に、人間の目の周波数応答が悪くなることになる。すなわち、高次の ξ_n の値を小さくするように補正する。一般に蛍光体の応答速度は色により異なるので、 ξ_n も色により異ならせることが望ましい。

〔実施例 4〕

実施例 1、実施例 2 では複数のフレームの区間でのフーリエ成分を考えたが、1 フレーム内で考えてもよい。すなわち $L=1$ となる場合である。この場合も、フレーム内の発光波形がより平坦になるように発光パターンを選択することになるので、低輝度レベルの状態が長く続くことが抑制され、擬輪郭およびフリッカの抑制に効果がある。発光パターンはそのフレームの表示輝度データだけから決定されるので、対応表が小さくなるという利点がある。

〔実施例 5〕

フーリエ成分を考える区間は常に一定である必要もない。輝度レベルまたは階

調レベルが急激に変化する場合は、例えば発光強度のフレーム内での時間軸方向分布が偏ったとしても、人間の目には異常な表示とは感じにくい。そこで、例えば、通常は L は2以上としておき、直前のフレームの輝度レベルまたは階調レベルとの差がある程度大きい場合は、 $L = 1$ として発光パターンを決定してもよい。

〔実施例6〕

表示装置100のフレーム周期（表示フレーム期間の長さ）と、原画像であるフレームデータ Df のフレーム周期（原フレームの転送周期）とが異なる場合にもサブフレーム表現の最適化が可能である。その場合、目標発光波形を図8または図9のように定めて誤差を評価すればよい。この場合、フーリエ展開の区間は表示フレームのフレーム区間を単位にとってもよいし、原フレームのフレーム区間を単位にとってもよい。

【0069】

表示フレームのフレーム区間を単位にとる場合は、 $f(t)$ を表示データに従って定義する。原フレームのフレーム区間を単位にとる場合は、1つの原フレームに入るサブフレームをそのフレームのサブフレームの組と定義し直して考えればよい。

〔実施例7〕

表示装置がサブフレームデータ（発光パターン）を受け取ってそれに基づき表示を行う構成であれば、あらかじめ画像の階調データからサブフレームデータを生成しておき、そのサブフレームデータを表示装置に入力することができる。このようにすると表示装置で発光パターンの決定を行う必要がなく、回路構成が簡略化される。また、そのような発光パターンデータを他の記憶装置に記憶しておき、任意の時期に表示装置で再生することも可能である。

【0070】

また、この表示装置は、他のインターフェース回路等と組み合わされて最終製品になるべき半製品（プラズマディスプレイモジュール）であってもよい。そのようにすると、発光パターンの決定方法を最終製品メーカーが自由に調整することができ、設計の自由度が広がる。

【 0 0 7 1 】

さらに、表示装置の消費電力を制御するためには、表示装置での発光パターンデータから階調データを計算する手間を省くために、各フレームの表示負荷のデータもあらかじめ計算しておき、一緒に入力することが望ましい。

（付記 1）画素の階調を示す原フレームデータを、表示フレーム期間における表示素子の発光時期を規定する表示フレームデータに変換する、画像表示のためのデータ変換方法であって、現フレームと前フレームとを合わせた複数フレーム分の表示フレームデータで定まる発光波形と、それに対応した原フレームデータが示す目標発光波形との誤差をフーリエ展開しかつフーリエ成分毎に重みを設定することで得られる、重みつき誤差成分の総和が最も小さくなるように、現フレームについて表示フレームデータを設定することを特徴とする画像表示のためのデータ変換方法。

（付記 2）画素の階調を示す原フレームデータを、表示フレーム期間における表示素子の発光時期を規定する表示フレームデータに変換する、画像表示のためのデータ変換方法であって、表示される階調の推移を表す階調波形と目標とする階調波形との誤差をフーリエ展開し、フーリエ成分毎に重みを設定した重みつき誤差が小さくなるように、現フレームと前フレームとを合わせた複数フレーム分の表示フレームデータで定まる階調の推移を表す階調波形と、それに対応した原フレームデータが示す目標階調波形との誤差をフーリエ展開しかつフーリエ成分毎に重みを設定することで得られる、重みつき誤差成分の総和が最も小さくなるように、現フレームについて表示フレームデータを設定することを特徴とする画像表示のためのデータ変換方法。

（付記 3）フーリエ成分毎の重みを、表示素子の発光色別に設定する付記 1 又は付記 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

（付記 4）フリッカ周波数を越える周波数のフーリエ成分に対する重みを 0 とする付記 1 又は付記 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

（付記 5）表示フレーム期間と原フレーム期間とが異なる付記 1 又は付記 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

（付記 6）表示フレーム期間を単位とする時間範囲毎にフーリエ展開をする付記

5 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

(付記 7) 原フレーム期間を単位とする時間範囲毎にフーリエ展開をする付記 5 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

(付記 8) 目標発光波形が、原フレーム毎の離散的な目標発光値の推移を線形近似した補間波形である付記 1 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

(付記 9) 目標階調波形が、原フレーム毎の離散的な目標階調値の推移を線形近似した補間波形である付記 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法。

(付記 10) 表示フレームデータに従って表示フレーム期間における表示素子の発光時期を制御することによって、原フレームデータが示す階調を表現する表示装置であって、少なくとも 1 フレーム分の原フレームデータを記憶する原フレームメモリと、少なくとも 1 フレーム分の表示フレームデータを記憶する表示フレームメモリと、 n (n は 1 以上の整数) 番目のフレームの原フレームデータ、前記原フレームメモリからの少なくとも $(n-1)$ 番目のフレームの原フレームデータ、および前記表示フレームメモリからの少なくとも $(n-1)$ 番目のフレームの表示フレームデータの入力に呼応して、入力データ値に対応づけられているデータを n 番目のフレームの表示フレームデータとして出力するデータ変換回路とを備え、前記データ変換回路が出力する表示フレームデータは、あらかじめ付記 1 又は付記 2 記載の画像表示のためのデータ変換方法によって設定されていることを特徴とする表示装置。

【0072】

【発明の効果】

請求項 1 乃至請求項 6 の発明によれば、偽輪郭を低減するためのサブフレーム表現の選択を体系化し、自動処理によるサブフレーム表現の最適化を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る表示装置の構成図である。

【図 2】

PDP のセル構造の一例を示す図である。

【図 3】

フレーム分割の概要を示す図である。

【図 4】

発光パターンの一例を示す図である。

【図 5】

タイプ A の目標発光波形を示す図である。

【図 6】

タイプ A の目標発光波形とそれに対応した発光波形とを示す図である。

【図 7】

タイプ B の目標発光波形を示す図である。

【図 8】

フレーム周期が異なる場合のタイプ A の目標発光波形を示す図である。

【図 9】

フレーム周期が異なる場合のタイプ B の目標発光波形を示す図である。

【符号の説明】

D f フレームデータ（原フレームデータ）

D s f サブフレームデータ（表示フレームデータ）

1 0 0 表示装置

7 6 フレームメモリ（原フレームメモリ）

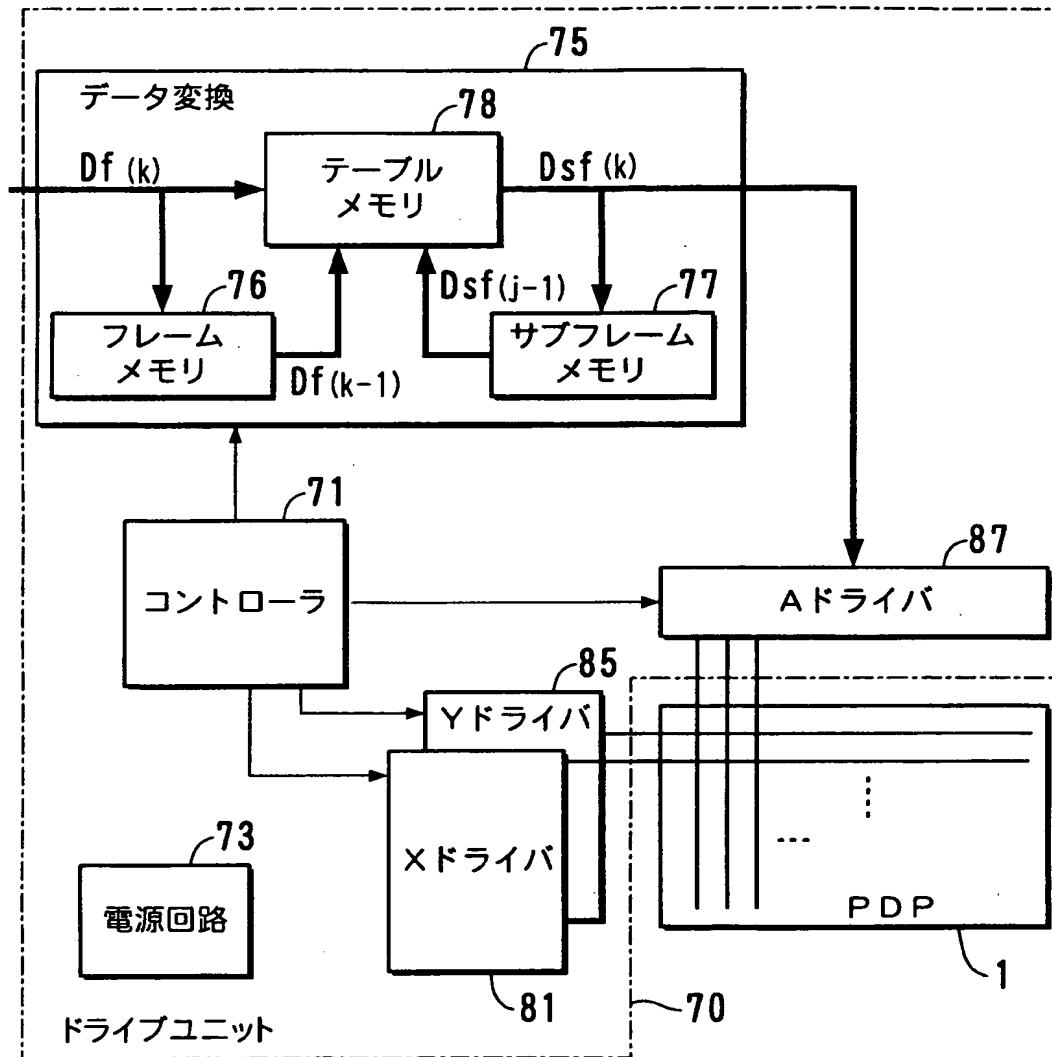
7 7 サブフレームメモリ（表示フレームメモリ）

7 8 テーブルメモリ（データ変換回路）

【書類名】 図面

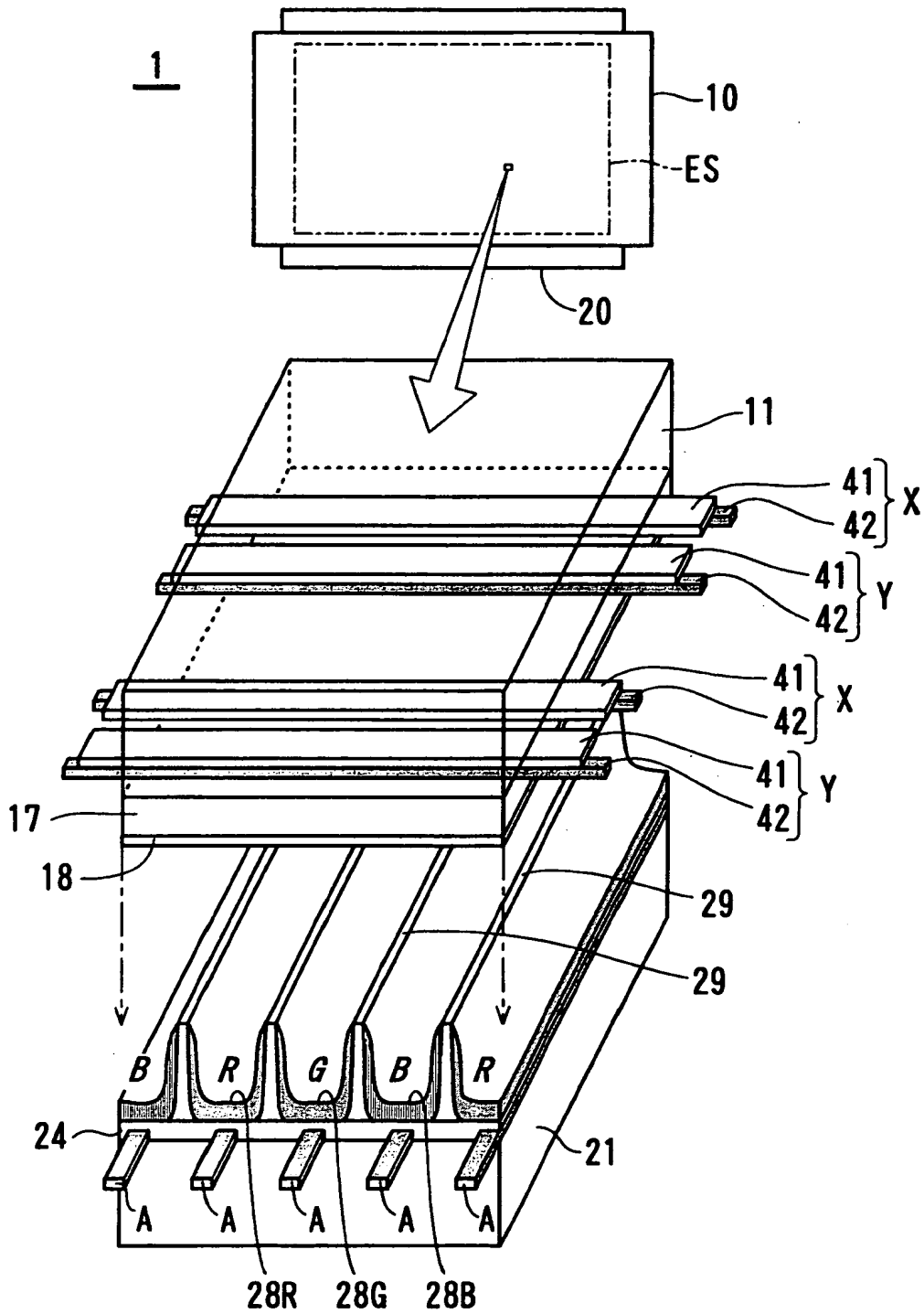
【図 1】

本発明に係る表示装置の構成図



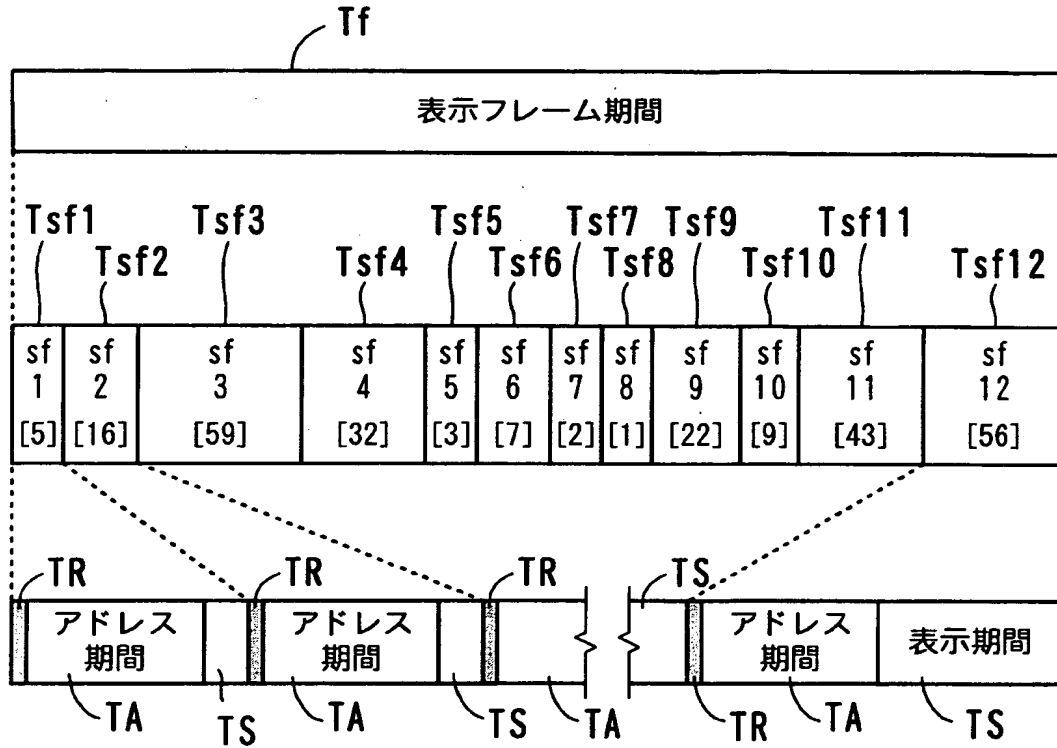
【図 2】

PDPのセル構造の一例を示す図



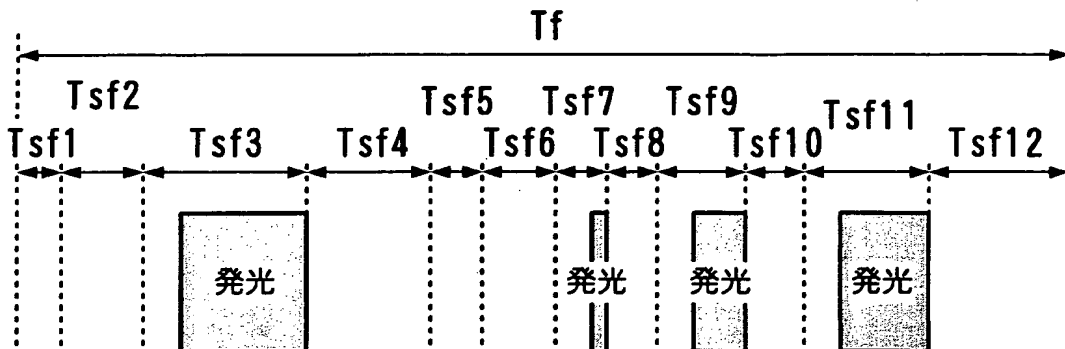
【図 3】

フレーム分割の概要を示す図



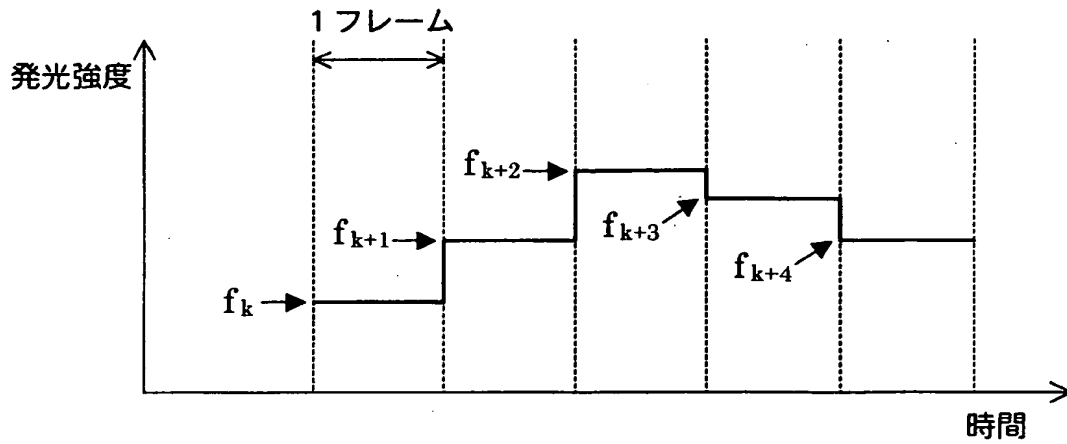
【図 4】

発光パターンの一例を示す図



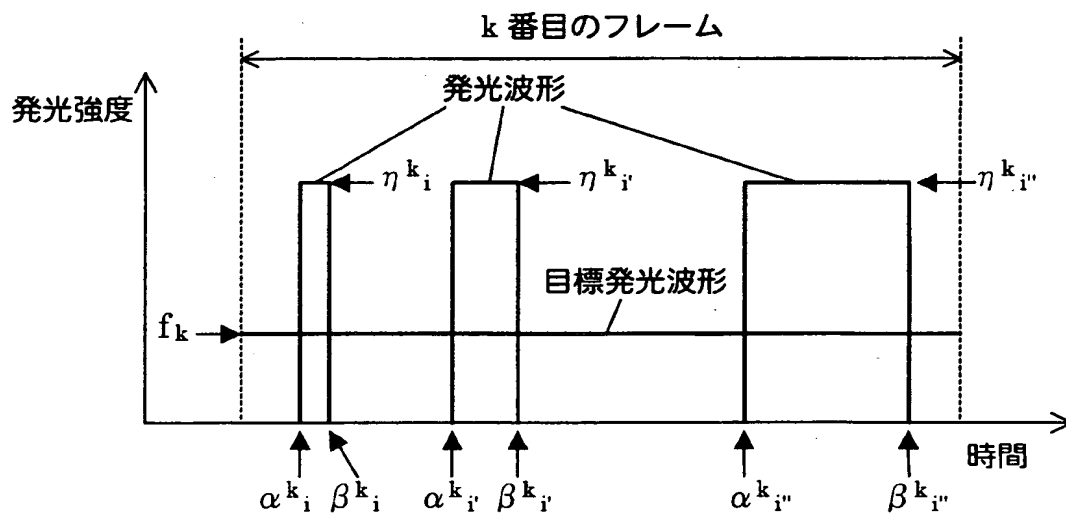
【図 5】

タイプ A の目標発光波形を示す図



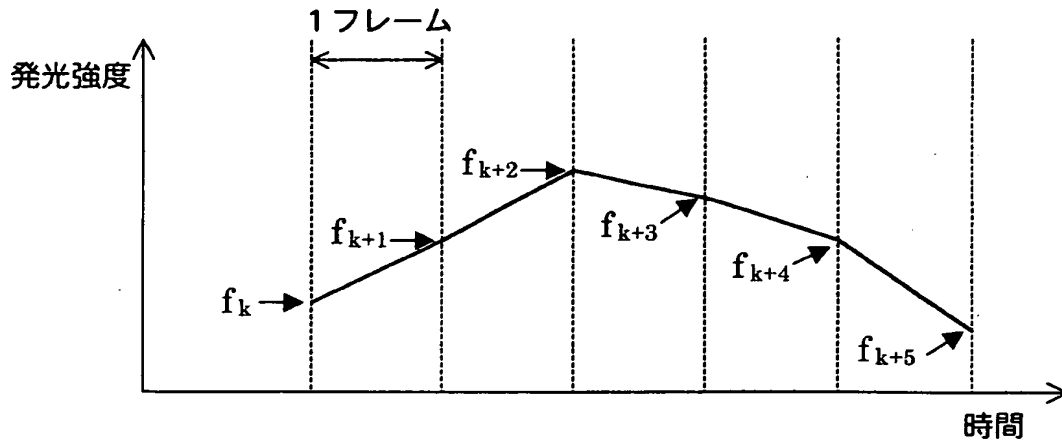
【図 6】

タイプ A の目標発光波形とそれに対応した発光波形とを示す図



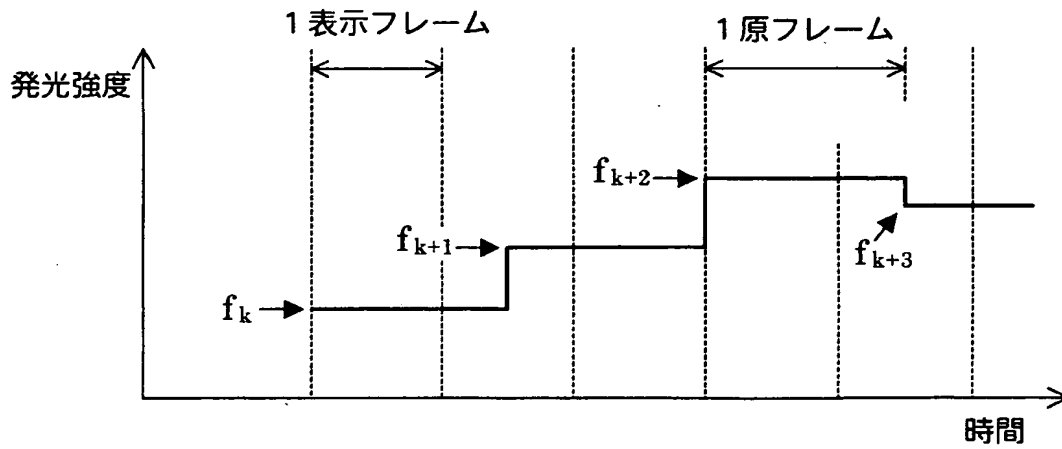
【図 7】

タイプBの目標発光波形を示す図



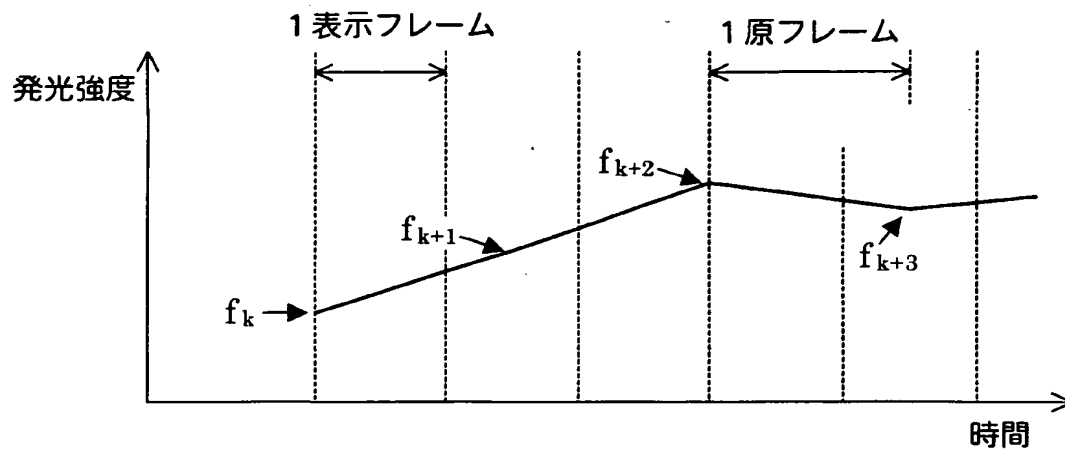
【図 8】

フレーム周期が異なる場合の
タイプAの目標発光波形を示す図



【図 9】

フレーム周期が異なる場合の
タイプBの目標発光波形を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 偽輪郭を低減するためのサブフレーム表現の選択を体系化し、自動処理によるサブフレーム表現の最適化を実現することを目的とする。

【解決手段】 現フレームと前フレームとを合わせた複数フレーム分の表示フレームデータで定まる発光波形と、それに対応した原フレームデータが示す目標発光波形との誤差をフーリエ展開しかつフーリエ成分毎に重みを設定することで得られる、重みつき誤差成分の総和が最も小さくなるように、現フレームについて表示フレームデータを設定する。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社